

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин біотехнології та екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри фізіології, біохімії
рослин та біоенергетики
_____ Світлана ПРИЛУЦЬКА
(підпис)
« ____ » _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему "Можливості використання ростового фіто-тесту для оцінки
токсичності харчових добавок"**

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

Гарант освітньої програми

Кандидат біологічних наук,
доцент кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття

_____ Олена КВАСКО
(підпис)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної
роботи**

Кандидат сільськогосподарських
наук, доцент кафедри фізіології,
біохімії рослин та біоенергетики

_____ Наталія НЕСТЕРОВА
(підпис)

Виконав

_____ Роман АВРАМЕНКО
(підпис)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин біотехнології та екології

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри**

Доктор біологічних наук, професор

Прилуцька С.В.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПБ)

“ ” _____ р.

**ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи
студенту (на виконання дипломного проєкту бакалавра
студенту)**

Авраменко Роман Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 біотехнологія і біоінженерія

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) "Можливості використання ростового фіто-тесту для оцінки токсичності харчових добавок"

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ 22 ” 10 2024 р.

№1880 _____ Термін подання завершеної

роботи (проєкту) на кафедрі _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра)
харчові добавки синтетичні та природні, насіння пшениця озима, ростовий фітотест

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. дослідити можливість використання ростового фітотесту для оцінки потенційної токсичності натуральних та синтетичних харчових добавок за умови 12-ти год. світлового дня та 24 год. темряви;
2. проаналізувати енергію проростання насіння пшениці озимої за умови використання натуральних та синтетичних харчових добавок.

Перелік графічних документів (за потреби)

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2025р.

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
(Керівник дипломного проєкту бакалавра)**

_____ (підпис)

Нестерова Н.Г.
_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. Огляд літератури.....	8
1.1 Харчові добавки, визначення та функціональне призначення.....	8
1.2 Класифікація харчових добавок та їх кодування в Україні.....	13
1.3 Порівняльний аналіз натуральних та синтетичних харчових добавок та їх дія на біологічний організм.....	18
2. Матеріали і методи.....	28
3. Результати досліджень.....	33
3.1. Дослідження енергії проростання та схожості насіння за дії харчових добавок E300 та E440.....	33
3.2 Дослідження коливання морфометричних показників пшениці озимої за дії харчових добавок E300 та E440.....	35
ВИСНОВКИ.....	40
Список використаних джерел.....	41

ВСТУП

Харчові добавки супроводжують життя людей вже сотні років. Вперше про них є записи близько 1400 р. до н.е., датоване використанням екстрактів шафрану. У Римі активно користувалися також шовковицею, морквою, буряком та гранатами для створення аромату та кольору. Першою синтетичною харчовою добавкою можна вважати компонент з кам'яновугільної смоли у 19 столітті.

Сьогодні немає галузі, де не використовувались би харчові добавки натуральні чи синтетичні, внаслідок високого попиту на них та науково-технічного прогресу. Їх активно додають у їжу для покращення смакових якостей, підсилення кольору, мінімізації різнобою варіантів від партії до партії та для створення нестандартних кольорів з метою задоволеності попиту споживача.

Однак включення ряду харчових добавок, зокрема барвників та підсилювачів смаку, виявляє певні захворювання та алергічні реакції, що, безумовно відштовхує від них споживача. Водночас, багато добавок вже заборонені до використання на території України внаслідок високої потенційної небезпеки на організм людини.

Переважно саме, дію синтетичних харчових добавок пов'язують із побічними реакціями у людини, такими як висока збудливість, астма та алергічні висипи. Саме це викликає спірну реакцію споживача, коли натуральні добавки вибирають за принципом «він не може бути небезпечним, бо не містить хімії». Вірогідно, саме це зумовило активне використання натуральних добавок у продуктах харчування та напоях у якості замінників їх синтетичних аналогів. Але досліджень щодо потенційної небезпеки саме синтетичних добавок вкрай мало, і саме це сформувало мету роботи.

Мета роботи: оцінка потенційної токсичності натуральних (E440) та синтетичних (E300) добавок на основі класичного фітотесту насіння модельних рослин, а саме насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.)

5

У зв'язку з поставленою метою було визначено наступні завдання:

- дослідити можливість використання ростового фітотесту для оцінки потенційної токсичності натуральних та синтетичних харчових добавок за умови 12-ти год. світлового дня та 24 год. темряви;
- проаналізувати енергію проростання насіння пшениці озимої за умови використання натуральних та синтетичних харчових добавок.

Об'єкт дослідження: тестування харчових добавок на токсичність, пшениця озима, харчові добавки.

Предмет дослідження: аналіз ростового фітотесту для оцінки токсичності харчових добавок різних типів.

Методи дослідження: метод аналізу літературних джерел, метод токсичності харчових барвників з використанням ростового фітотесту, метод статистичного аналізу отриманих результатів, метод наукового опису отриманих результатів.

Структура роботи. Дипломна робота викладена на 40 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, трьох розділів, висновків, містить 4 таблиці, 11 рисунків та список використаних джерел, що включає 26 посилань.

1. Огляд літератури

1.1 Харчові добавки, визначення та функціональне призначення

Харчові добавки – речовини природного або штучного походження, які використовуються для вдосконалення технологій отримання продуктів харчування, збереження або надання їм необхідних властивостей чи збільшення термінів зберігання. Провідні країни світу до кінця ХХ та на початку ХХІ століття бурхливо розвивали виробництво харчових добавок, що дозволяють, зокрема, поліпшити технологію, підвищити якість і розширити асортимент продуктів. Тому фахівці харчової промисловості нині справедливо вважають, що випуск продуктів харчування неможливий без добавок [1,20].

Сьогодні у світі харчового виробництва застосовується понад 500 харчових добавок (не рахуючи комбінованих), окремих віддушок та ароматизаторів. Наявність у продукті харчування будь-яких харчових добавок прийнято позначати індексом – Е (від Europe) у рамках Європейського Співтовариства з міжнародної класифікації за індексом *Codex Alimentarius*. Кожна така добавка має свій хімічний, перевірений на безпечність, склад (наприклад, Е200 і далі – консерванти або Е450 і далі – емульгатори тощо). Окрім того, зроблено величезний крок у використанні природних продуктів і речовин для профілактики багатьох захворювань – продовжують з'являтися всі нові біологічно активні добавки до харчування, створена група так званого функціонального харчування, що передбачає класифікацію ряду добавок харчового спектру або харчових речовин і продуктів як функціональних [2-4].

На території України на сьогодні дозволені до застосування понад 4000 найменувань харчових добавок, з них ароматичних речовин налічується

понад 2500, приблизно стільки ж відомо біологічно активних добавок і речовин, що застосовуються у продуктах функціонального харчування.

Проте, якість основної продовольчої культури багатьох країн – зерна пшениці – в останні роки значно знизилася, тому виникла необхідність застосування різних добавок для зернопродуктів, насамперед пшеничного борошна, безпосередньо на підприємствах борошномельної промисловості. Тому, для вирішення проблеми якості, асортименту або технології виробництва зернопродуктів за допомогою харчових речовин необхідно знати мету – покращення зовнішнього вигляду, консистенції, аромату та смаку продукту, збереження його свіжості тощо. Орієнтуючись на це, можна вибирати конкретну добавку з відповідних видів, груп та класів харчових речовин. В офіційних документах, літературних джерелах і повсякденному житті щодо харчових речовин зустрічається декілька термінів – «харчові добавки», «біологічно активні добавки», «нутриєнти», «нутрицевтики», «пробіотики», «пребіотики», «мікронутрієнтні суміші», «функціональні речовини», «фізіологічно активні речовини» тощо. Тож, сьогодні можна виділити 4 основні групи продуктів харчування: натуральні (традиційні) продукти; генетично модифіковані продукти зі зниженим вмістом різних речовин; промислово створені продукти з підвищеним або зниженим вмістом корисних речовин; біологічно активні добавки до харчування [5].

Під терміном харчові інгредієнти об'єднуються речовини, що входять до складу харчових продуктів, а також навмисно внесені – харчові добавки. Тобто, це речовини «тваринного, рослинного, мікробіологічного або мінерального походження, а також природні або синтезовані харчові добавки, що використовуються при підготовці або виробництві харчового продукту і присутні в готовому продукті у вихідному або зміненому вигляді». Автором Беспаловою С. запропонована класифікація харчових речовин за функціональними групами (рис. 1.1).

=

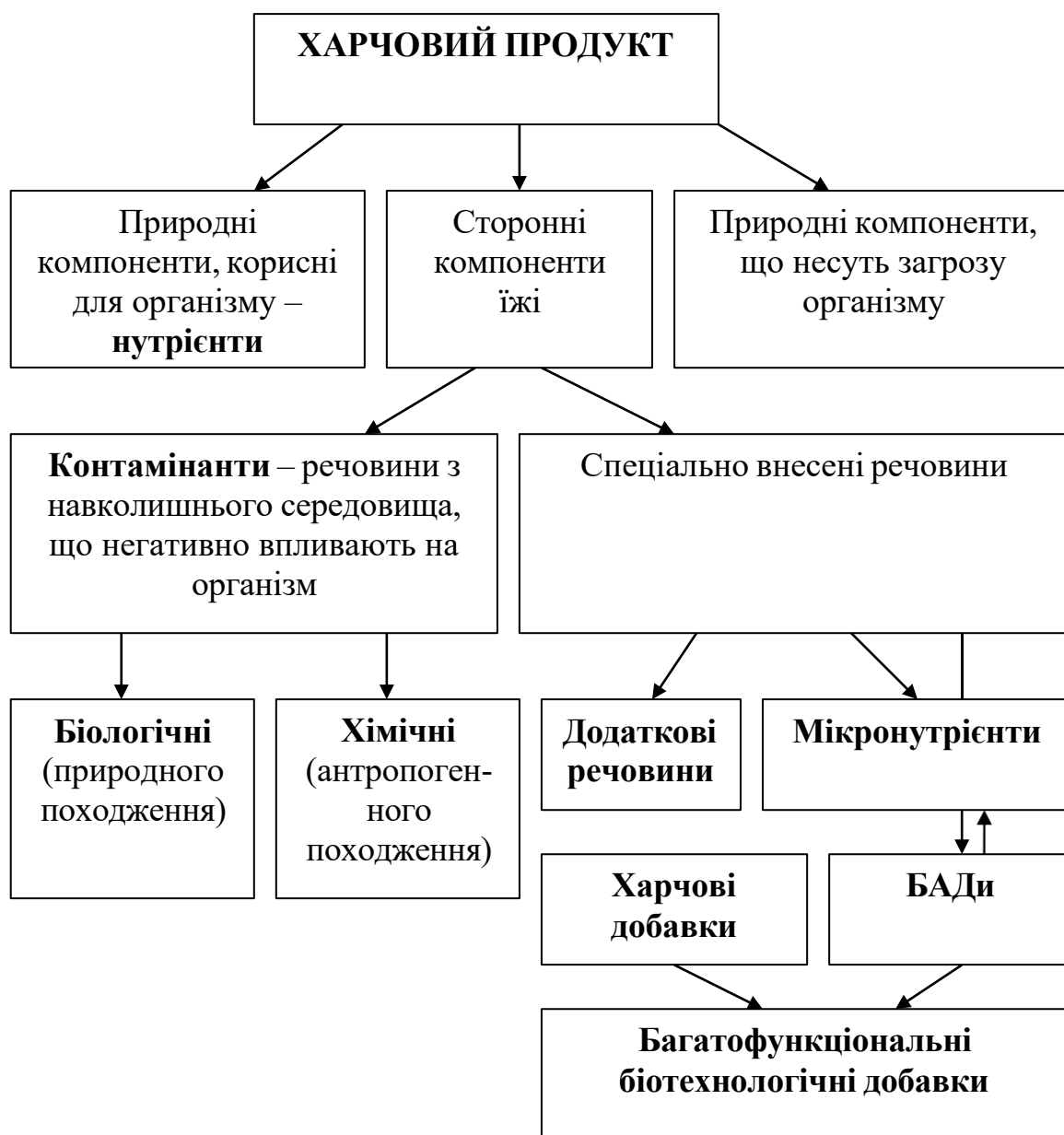


Рис. 1.1 Загальна класифікація харчових речовин за С. Беспаловою, 2016

Проблема застосування добавок у харчових продуктах є не новизною, оскільки вже у законодавстві XIX століття у багатьох країн зустрічаються обмеження до вживання деяких харчових продуктів. Так, законами і розпорядженнями, що датовані у період з 1900–1922 рр., спостерігається прагнення до обмеження кількості барвників під час фарбування продуктів харчування та хімічних засобів для їх консервування. Проте, вже у 1954 р. в

період проведення четвертої сесії Змішаного комітету експертів з проблем харчування ФАО і ВООЗ вирішено виділити проблему речовин, що додаються до харчових продуктів, і враховувати виключно нехарчові сполуки, що додаються в невеликих кількостях з метою поліпшення зовнішнього вигляду продуктів під час зберігання. Незважаючи на все це становище із харчуванням у багатьох країнах незадовільне. Але, проблеми харчування людей полягають не тільки в кількості харчових добавок, але і в їх якості [6,14].

Останнім часом у міжнародних організаціях, які займаються питанням добавок до продуктів харчування, розглядається доцільність одночасного введення в діючі інструкції та приписи обох списків (позитивного та негативного). У форматі сучасних результатів дослідження численних речовин, застосовуваних як добавок, такий принцип вважатимуться правильним. Він дає можливість вивчати одночасно речовини дозволені – нешкідливі і недозволені – шкідливі.

Характерною особливістю харчових речовин є вміст саме поживних компонентів.

- **Смакові речовини** відрізняються тим, що в них набір таких компонентів зовсім відсутній або вони містяться у незначних кількостях, що не мають значення для харчування людського організму. Вони призначені для вживання, враховуючи їх фізіологічну дію або органолептичні властивості.
- **Сторонні речовини** не володіють ні тими, ні іншими властивостями, тому можуть бути у харчовому ланцюзі або поверхнево, але тільки в таких кількостях, які не викликають шкідливих наслідків для здоров'я людини або погіршення органолептичних властивостей продуктів. Сторонніми речовинами вважаються, зокрема, дозволені добавки до харчових продуктів, технічні та випадкові забруднення, а також хімічні засоби, що застосовуються при вирощуванні та захисті рослин.

- **Дозволені речовини** – добавки можуть бути додані до харчових або смакових продуктів з метою: надання їм бажаного запаху, кольору чи поліпшення інших органолептичних властивостей; збагачення поживними речовинами; збільшення термінів придатності для вживання, формування необхідної щільності чи поліпшення технології. Водночас, застосування добавок не повинно мати на меті фальсифікацію харчових продуктів або введення споживача в оману щодо якості або їх поживної цінності. **Технічні забруднення (контамінанти)** – це сторонні речовини, які потрапили у харчові продукти під час виробництва чи залишилися на їх поверхні, якщо виробник або постачальник не були достатньо ретельними у технологічному циклі. Також, це залишки хімічних засобів, що застосовуються при обробці та захисті рослин, які потрапили у їстівну частину продукту або залишилися на поверхні [2, 7-8, 10].

Серед багатьох інших чинників, які мають вирішальне значення при виборі речовин для додавання у продукт, один із найважливіших – економічний. Жодна країна не може допустити збільшення втрат внаслідок короткочасної стійкості харчових продуктів або неекономічності методів промислової технології та сільськогосподарського виробництва, якщо ці втрати можна запобігти шляхом застосування речовин, небезпечних для здоров'я. Кожна країна, збільшуючи обсяг виробництва харчової промисловості та сільського господарства, може брати участь у міжнародному обміні товарами, в результаті якого збільшується не тільки кількість та різноманітність продуктів харчування всередині країни, а й надходження харчових продуктів у слаборозвинені країни з відсталою промисловістю та сільським господарством [9].

Саме в цьому і полягає причина зацікавленості у проблемі застосування спеціальних добавок до харчових продуктів усіх сфер. В Україні основною складовою раціону харчування є різні харчові продукти, які зумовлюють кількість речовини, що потрапляє в організм, частоту прийому цього

компоненту, а отже, і його небезпеку або відносну нешкідливість для здоров'я людини.

У світі існують десятки тисяч різних продуктів харчування. Крім штучних, створених людиною з натуральних продуктів (вино, хліб, кисломолочні продукти та ін.), таких, що у природному вигляді в природі не зустрічаються: синтетичні продукти, які виготовлені на основі органічних речовин. До них відносяться і харчові добавки, які вносять у продукти харчування для надання аромату, смаку та кольору, створення необхідної структури, а також для повної чи часткової заміни натуральної сировини. Найчастіше це хімічно оброблені природні або синтетичні речовини [11-12, 21].

Багато речовин додають, щоб зробити продукт привабливішим для покупця, замаскувати гіркоту або інший неприємний смак (наприклад, у медикаментів). Також, харчові продукти іноді підфарбовують, щоб вони виглядали апетитнішими. У продукти харчування можуть потрапляти і токсиканти з тари – сировини, у яких можуть зберігатися небажані добавки, використані під час первинної обробки. Серед таких речовин (ненавмисно доданих в продукти) можуть бути отруйні відходи промисловості, транспорту, домашнього господарства, мікотоксини, бактеріальні токсини, отрутохімікати, пластифікатори, ліки та засоби, що використовуються у ветеринарії, у тому числі антибіотики та гормони. Тому інформування споживача про склад продуктів харчування є не тільки маркетинговою (соціальною), а й екологічною проблемою [3, 5, 17,26].

1.2 Класифікація харчових добавок та їх кодування в Україні

Науково доведено, що за своєю дією харчові добавки поділяються на структуроутворюючі, смако-ароматичні та використовувані при технологічній обробці. Також їх групують за походженням: такі **як природні**

речовини – цукор, сіль, вітамін С; **лабораторні аналоги природних речовин** – ванілін; **синтетичні речовини** – сахарин тощо.

За санітарним і гігієнічним законодавством України та світу харчові добавки – це природні чи синтетичні речовини, що вводяться у харчові продукти для надання їм заданих властивостей і не вживані самі по собі як харчові продукти або звичайні компоненти їжі. Застосування харчових добавок допустимо лише у випадках, коли вони під час тривалого зберігання не стають небезпечними для життя людини. Крім того, вони повинні бути нешкідливими, при вживанні не викликати токсичних проявів, не мати канцерогенних, мутагенних або тератогенних властивостей [3, 13, 19].

Як було зазначено, у світі відомо понад 5000 найменувань харчових добавок різних груп. Сюди віднесено також відбілювачі, нітрити, нітрати та антиокислювачі. Відповідно до технологічного призначення харчові добавки групують у наступній послідовності:

1. Харчові добавки, що забезпечують необхідний зовнішній вигляд та органолептичні властивості продуктів:

- Поліпшувачі суміші;
- Поверхнево-активні речовини;
- Харчові барвники;
- Запашні речовини;
- Смакові речовини;
- Харчові кислоти.

2. Харчові добавки, що запобігають мікробному або окислювальному псуванню продуктів (консерванти):

- Антимікробні засоби (хімічні та біологічні);
- Антиоксиданти, що перешкоджають хімічному псуванню продуктів.

3. Харчові добавки, необхідні у технологічному процесі виробництва харчових продуктів:

- Прискорювачі технологічного процесу;
- Фіксатори міоглобіну;

- Розпушувачі, піноутворювачі.

Крім того, в рамках Європейської спільноти міжнародної класифікації за індексом *Codex Alimentarius* прийнято єдину систему позначення харчових добавок індексом – E (Europe). Це індекс «E» (європейський) показує, що кожна така добавка має свій хімічний, перевірений на безпеку, склад. Так, за цією кодифікацією виділяють кілька класів харчових добавок:

E 100 – E 182 – барвники (підсилювачі або відновники кольору);

E 200 – E 299 – консерванти (підвищують термін зберігання, стерилізують та захищають від бактерій);

E 300 – E 399 – антиокислювачі (стримують процеси окиснення). Їх називають також антиоксидантами;

E 400 і далі – стабілізатори (зберігають консистенцію продукту);

E 450 і далі – емульгатори;

E 500 – E 599 – регулятори кислотності, розпушувачі;

E 600 – E 699 – підсилювачі смаку та аромату;

E 700 - E 800 – запасні індекси;

E 900 – E 999 – покращувачі борошна та хліба, антифомінги (протипінні речовини);

E 1000 і вище – глазуруючі речовини, підсолоджувачі соків та кондитерських виробів, добавки, що перешкоджають застиганню цукру, солі, для обробки борошна, крохмалю тощо [2, 15-18, 22].

Конкретно, індекс E у поєднанні з три- чи чотиризначним номером – синонім і частина складного найменування конкретної хімічної речовини, що є харчовою добавкою.

Харчові добавки, що використовуються у виробництві продуктів харчування виконують певні технологічні функції, які обрані критерієм для класифікації. На даний час комісією *Codex Alimentarius* і підтриманих ТУ України визначено 45 класів харчових добавок, з них 23 вважаються основними. До них відносяться такі: кислоти, регулятори кислотності, речовини, що перешкоджають комкуванню, піногасники, антиокислювачі,

наповнювачі, барвники, речовини, що сприяють збереженню забарвлення, емульгатори, емульгуючі солі, ущільнювачі (речовини для обробки борошна), піноутворювачі, гелеутворювачі, глазури, вологоутримуючі агенти, консерванти, пропеленти, розпушувачі, стабілізатори, підсолоджувачі та загусники. З урахуванням виконання ними технологічних функцій є їхні підкласи. Наприклад, для класу регулятори кислотності, як підклас сформульовано кислоти, луги, основи, буфери та регулятори рН.

Найпоширенішою для використання сьогодні схемою класифікації харчових добавок є технологічна карта Баширова І. (2007), модифікована Коршуною Г. зі співавторами у 2017 р. [2,9] відповідно до класифікації нових речовин і виключення неактуальних (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Технологічна карта класифікації харчових добавок за Башировим, у модифікації Коршунової

Харчові добавки, що забезпечують потрібний зовнішній вигляд та органолептичні властивості продукту	Покращувачі консистенції, харчові барвники, ароматизатори, смакові речовини
Харчові добавки, що запобігають мікробному та окислювальному псуванню продуктів (консерванти)	Антимікробні засоби – хімічні та біологічні, антиокислювачі (антиоксиданти), що перешкоджають хімічному псуванню продукту (окисленню)
Харчові добавки, необхідні у технологічному процесі виробництва харчових продуктів	Прискорювачі технологічного процесу, фіксатори міоглобіна, технологічні харчові добавки – розпушувачі тіста, гелеутворювачі, піноутворювачі, відбілювачі тощо
Поліпшувачі якості харчових продуктів	

Як видно із таблиці 1.1, об'єднання класів у групи є досить умовним показником, оскільки ряд харчових добавок за їх дією можна віднести до різних класів і груп. Однак, не завжди можливим є і суворе розмежування самих функцій, наприклад, загусник за певних умов може стати гелеутворювачем, так як функції емульгатора – стабілізатора зазвичай тісно пов'язані. Прикладом харчових добавок з комплексними технологічними функціями залежно від властивостей продукту, для якого вони застосовуються є фосфати натрію (Е 339). Ця добавка може виявляти властивості регулятора кислотності, емульгатора, стабілізатора, комплексоутворювача і водоутримуючого агента. Багато полісахаридів також виявляють комплексні технологічні функції.

На відміну від харчових продуктів або звичайних компонентів їжі, харчові добавки не мають, як правило, харчового значення і не вживаються самостійно. Слід також відрізнити харчові добавки, що прискорюють і полегшують технологічні процеси або технологічні добавки від допоміжних матеріалів, що вживаються при переробці сировини та отриманні харчових продуктів. Допоміжні матеріали так само, як і технологічні добавки, навмисно використовують з метою поліпшення технології. Але в готових продуктах допоміжні матеріали відсутні або зберігаються у вигляді залишків у незначній кількості. Харчові добавки ж можуть залишатися в незмінному вигляді повністю, частково або у вигляді речовин, що утворилися в результаті біохімічної взаємодії добавок з компонентами харчових продуктів.

Актуальним на сьогодні є також застосування комплексних харчових добавок. Це – виготовлені промисловим способом суміші, що складаються з харчових добавок однакового або різного технологічного призначення. До їх складу можуть входити, окрім харчових добавок, біологічні добавки та деякі види харчової сировини. Іноді, до цієї групи відносять також допоміжні матеріали, які беруть участь у технологічному процесі [2,5,19].

Отже, використання тієї чи іншої харчової добавки у виробництві продуктів харчування залежить від їхньої технології, які вимагають

створення принципів їх добору та внесення з урахуванням функціональних властивостей та характеру дії харчових добавок залежно від багатьох чинників та у всіх випадках використання добавок можливе тільки після перевірки їх безпечність.

1.3 Порівняльний аналіз натуральних та синтетичних харчових добавок та їх дія на біологічний організм

Станом на 2024 р. глобальний ринок харчових добавок вже збільшився до 2511,5 млн. USD і прогнозується, що до 2031 року досягне 3671,7 млн. USD. За оцінками, у період з 2022 по 2031 рік буде зафіксовано середньорічний рівень зростання на рівні 3,4%. Застосування добавок на сьогодні різноманітне: вони використовуються для покращення та збереження природних властивостей харчових продуктів, збільшення терміну їх зберігання та запобігання псуванню при транспортуванні тощо.

Розвинені країни Європи, у тому числі Україна, мають підвищений інтерес до натуральних харчових добавках, тоді як країни, що розвиваються, виявляють попит на синтетичні, що вірогідно зумовлено їх ціною та доступністю [8,22].

Ринок харчових добавок поділяється за типом, функціональністю, застосуванням та регіоном збуту. Типування включає натуральні та синтетичні добавки, які, у свою чергу, мають безліч підтипів. Сегментація за функціональністю включає покращувачі смаку, протимікробні засоби, антиоксиданти та інші. Вони широко застосовуються у ряді галузей: від виробництва хлібобулочних виробів до напоїв.

Отже, харчові добавки – це специфічні компоненти, які створюють покращені властивості харчового продукту та формують несприятливі умови розвитку патогенних мікроорганізмів. За основною гілкою поділу харчові добавки, що дозволені до застосування у харчовій промисловості, діляться на натуральні та синтетичні [5,24].

Натуральні харчові добавки – речовини, що виділені із рослинної сировини для покращення чи стабілізації якості кінцевого продукту. Водночас, натуральні харчові добавки, при виробництві яких не використовують хімічні речовини, дуже обмежені і коштують досить дорого. До цієї категорії входять 4 функціональних добавки:

- Низин (E234) та натаміцин (E235) – продукти ферментації бактерій, що діють як антибіотики (рис. 1.2);



Рис. 1.2 Натуральні харчові добавки низин (E234) та натаміцин (E235)

<https://himsvit.com.ua>

- Молочна кислота (E270). Це продукт природного бродіння рідин (вино, пиво, молоко тощо). Працює переважно як антиокислювач (рис. 1.3);



Рис. 1.3 Натуральна харчова добавка молочна кислота (E270)

<https://klebrig.com.ua/ua/p1463397528-molochna-kislota-250.html>

- Сіль, що використовується для консервації та покращення смакових якостей продукту;
- До натуральних добавок також відноситься оцет, але тільки в тому випадку, якщо його отримано при бродінні етилового спирту.

Друга група добавок – синтетичні, що представлені у різноманітних групах, загальна кількість яких становить 8. Кожна з цих груп має свої характеристики та ступінь безпеки:

- Сорбати, що включають сорбінову кислоту та її солі (E200-203). Отримують ці добавки шляхом нейтралізації певними реагентами, та вважаються найбезпечнішими серед синтетичних добавок (рис. 1.4);



Рис. 1.4 Синтетична харчова добавка сорбат калію (E202)

<https://klebrig.com.ua/ua/p1252129881-sorbat-kaliya-2kg.html>

- Ацетати – солі та ефіри оцтової кислоти (E260-266), є помірно небезпечними, тому не рекомендуються для споживання людьми з алергією на оцет (рис. 1.5);



Рис. 1.5 Синтетична харчова добавка ацетат натрію (E262)

<https://nane.in.ua/ingrediyenti-ta-dobavki/acetat-natriya-natrij-octovokyslyj>

- Пропіонати або солі та ефіри насиченої карбонової пропіонової кислоти (E280-283) вважаються малонебезпечними. Отримуються шляхом окислення пропіонового альдегіду;
- Нітрити та нітрати – солі азотистої кислоти (E249-252), вважаються одними з найнебезпечніших. Їх канцерогенна дія доведена експериментально, а використання в харчовій промисловості зводиться до мінімуму внаслідок їх токсичності для людини (рис. 1.6);



Рис. 1.6 Синтетична харчова добавка нітрит натрію (E250) та нітрат натрію (E251)

<https://primehim.com/>, <https://foodcom.pl>

- Феніли – вуглеводневі радикали (E230-232), що є похідними бензолу, мають фунгіцидну дію та відносяться до помірно небезпечних;
- Сульфіти, що включають діоксид сірки (E220) та похідні сірчистої кислоти (E221-228). Їх отримують за допомогою синтезу основ з карбонатами та гідроксидами металів у рідкому середовищі. Вважаються помірно небезпечними, але показано, що великі дози можуть руйнувати вітамін B1 (рис. 1.7);

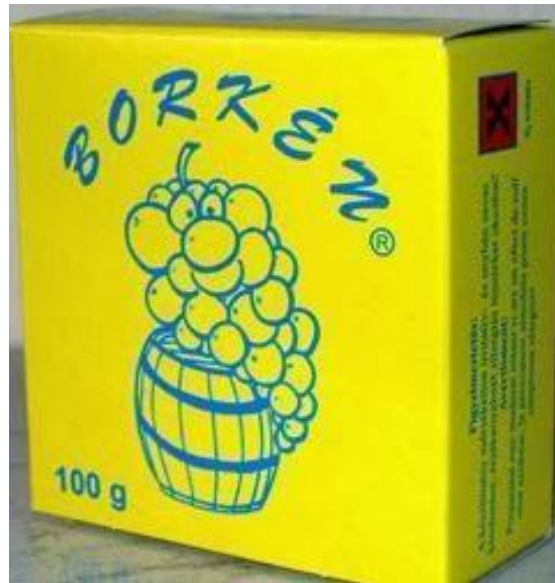


Рис. 1.7 Синтетична харчова добавка винна сірка (E220)

<https://maxam.com.ua/ua>

- Бензоати, до яких відносять бензойну кислоту та її похідні (E210-219). Як і нітрити та нітрати, відносяться до небезпечних консервантів, і при вживанні у великих дозах можуть сприяти розвитку онкологічних захворювань (рис. 1.8);



Рис. 1.8 Синтетична харчова добавка бензоат натрію (E211)

<https://klebrig.com.ua/ua/p1928238058-benzoat-natriya-granula.html>

- Інші синтетичні добавки включають диметилкарбонат, мурашину, яблучну та фумарову кислоти, вуглекислий газ. Вони відносяться до категорії малонебезпечних добавок.

Окремою групою враховують харчові добавки, заборонені до застосування у харчовій промисловості, проте, недоброякісні виробники можуть включати такі добавки у свій цикл виробництва.

Для добавок, що становлять потенційну небезпеку для організму людини, законодавством України встановлено максимальні добові дози. Перевищення цих доз може призводити до: розладів ШКТ, мігрені, алергічних реакцій та шкірних захворювань, порушень функцій різних внутрішніх органів та проблем з диханням.

На відміну від синтетичних або хімічних, тобто таких, що синтезуються у лабораторних умовах добавок, натуральні компоненти створюються за допомогою природних процесів, наприклад, ферментації [3,6,25]

Застосування натуральних добавок дозволяє не лише покращити та стабілізувати смак та аромат кінцевого продукту, зберегти його свіжий вид протягом тривалого часу, але й захистити споживачів від потенційно шкідливих добавок. Крім того, використання природних добавок може бути вигідно у маркетинговій стратегії під час випуску товару ринок, як «органічно безпечний» чи «натуральний» продукт.

Синтетичні харчові добавки безпосередньо впливають на клітинну стінку, клітинну мембрану, ферментативну активність, нуклеїнові кислоти і т.д., запобігаючи росту та активності патогенної мікрофлори. Також, вони ефективно покращують, уповільнюють, запобігають чи контролюють зміни смаку, кольору, текстури або консистенції харчових продуктів та їх поживної цінності. Важливою характеристикою синтетичних добавок є контроль природного псування харчових продуктів [26].

За класифікацією призначення добавок вони поділяються на два основні класи:

Клас I: Традиційні добавки (натуральні);

Клас II: Хімічні добавки (синтетичні);

Добавки з числа класу I включають матеріали, які тривалий час використовуються людиною, такі як деревина, дим, цукор, мед, сіль, спеції, спирт, оцет, олія та інші. Ці природні консерванти не мають обмежень у застосуванні та вважаються безпечними для здоров'я.

Добавки класу II, або хімічні добавки є синтетичними хімічними сполуками, що створені у лабораторних умовах, наприклад, нітрити, пропіонати, парабени, бензоати, ацетати, сорбати, діоксид сірки та багато інших.

Також існують мікробіологічні натуральні добавки, такі як бактеріоцини (наприклад, нікін), що утворюються певними штамми молочнокислих бактерій. Ці речовини пригнічують ріст та розвиток патогенних бактерій або чинники псування харчових продуктів. Наприклад, низин, що виробляється *Lactococcus lactis*, здатний пригнічувати ріст *Clostridium tyrobutyricum*, *C. botulinum* та *Listeria monocytogenes* у сирі, молочних продуктах, м'ясі, рибі та інших продуктах, а також покращувати післясмак продукту. Використання бактеріоцинів, у якості мікробіологічних консервантів також сприяє скороченню використання хімічних консервантів, які на сьогодні вважаються шкідливими [5-6].

Враховуючи широке поширення як натуральних, так і синтетичних харчових добавок, при виборі того чи іншого компонента доцільним є аналіз їх основних переваг та недоліків стосовно якості продукту. Отже, переваги синтетичних харчових добавок:

1. Широкий спектр дії проти бактерій та грибків;
2. На ринку доступні безліч варіантів;
3. Створені відомими фірмами-виробниками, сфера діяльності яких безпосередньо пов'язана з хімічними речовинами;

4. Постійність поставок від партії до партії;
5. Відносно низька вартість (водночас, це не може бути об'єктивною перевагою, оскільки низька ціна може зумовлювати низьку якість);
6. Профілі безпеки та токсичності вихідного компонента, а також сумісність з іншими інгредієнтами добре вивчені;
7. Ефект у кінцевому продукті забезпечується низькими концентраціям

Компанії, які створюють синтетичні харчові добавки, часто мають власні лабораторії мікробіологічного тестування та можуть запропонувати розробникам рецептур платну підтримку, що гарантуватиме якість продукту.

Натомість, синтетичні харчові добавки мають ряд недоліків, які обмежують їх застосування:

1. Хімічні добавки часто можуть містити складові нафтопродуктів;
2. Висока алергічна дія;
3. Для ефективності їх роботи зазвичай потрібен вузький діапазон рН.

Проте, навіть такі ризики, поряд з перевагами дають можливість виробникам активно використовувати синтетичні харчові добавки поряд з натуральними. Натуральні харчові добавки, хоч і відрізняються вищою ціною, проте мають ряд переваг:

1. Висока маркетингова оцінка – споживачі віддають перевагу маркуванню «органічний»;
2. Натуральні добавки діють переважно у широкому діапазоні рН, на відміну від синтетичних;
3. Харчові добавки відзначаються смаком та ароматом, що імітує природний, що краще сприймається рецепторами людини.

Але, недоліками натуральних добавок можна назвати обмеженість варіантів, оскільки природна сировина може давати певні кількості версій та нижчий або взагалі відсутній ефект пригнічення росту бактерій так, як їх синтетичні аналоги. Також, до недоліків слід віднести:

- Натуральні добавки часто не мають широкого спектру активності дії. Наприклад, натуральна харчова добавка може пригнічувати ріст

золотистого стафілокока або «стафілококової інфекції» у складі продукту, але може не надавати інгібування утворення плісняви;

- Для забезпечення ефективності можуть знадобитися відносно високі концентрації натуральних добавок у рецептурах продукту.
- Часто надають небажаний вплив на інші аспекти рецептур, такі як колір, піноутворення тощо.
- Натуральні добавки можуть призводити до сенсibilізації шкіри (імунологічна реакція на натуральний компонент добавки, який згодом посилюється);
- Консистенція та ефективність можуть значно відрізнятись від партії до партії, враховуючи фізіологічну дію компоненту добавки;

Отже, у сучасній харчовій індустрії України активно використовуються як натуральні, так і синтетичні добавки для покращення смаку, продовження терміну придатності і забезпечення безпеки харчових продуктів, такі як сіль, оцет, цукор, рослинні олії та спеції тощо. Такі натуральні добавки переважно безпечні для здоров'я і мають відносну натуральність та смак. Водночас, синтетичні добавки, що отримують хімічним шляхом, надають широкий спектр можливостей для посилення аромату, збереження свіжості продуктів та запобігання розвитку патогенної мікрофлори. Таким чином, показано, що останнім часом ринок харчової промисловості переключився на натуральні добавки через достовірні докази токсичності деяких традиційних та нових синтетичних добавок. На жаль, вибір натуральних добавок в Україні обмежений, також, вони можуть відрізнятись за ефективністю від виробника до виробника і від партії до партії та іноді небажаним чином впливають інші аспекти рецептури, що погіршуватимуть загальну якість і смак продукту.

2. Матеріали і методи

Для дослідження фітотоксичного ефекту харчових добавок нами було обрано 2 види харчових добавок виготовлених в Україні та таких, що дозволені для використання у харчовій промисловості: варіант 2 – пектин яблучний натуральний (E440) та варіант 3 – аскорбінова кислота синтетична (E300). У якості контролю ми використовували звичайну воду без добавок. Дослідження проводили на основі ростового фітотесту, де у якості об'єкта було обрано насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сорт Краєвид (Інститут землеробства НААН України).

Для проведення експериментів насіння *T. aestivum* пророщували протягом 21-ї доби у чашках Петрі на водопровідній попередньо кип'яченій воді (контроль) та з додаванням харчових добавок з 2-ма режимами освітлення: 12 год світло /12 год темрява та 24 год темрява. Температуру за пророщування підтримували на рівні +20-22 °С

На 3-тю добу вимірювали довжину коренів (найдовший у системі) та епикотилів, на 4-ту добу – енергію проростання насіння, а на 6-ту добу – лабораторну схожість. Довжину проростків визначали на 7-му та 14-ту добу за стандартними методиками визначення морфометричних показників. Повторюваність експерименту – трьохкратна, а статистичні обрахунки проводили у програмі *MS Excel*.

Пшениця озима *Triticum aestivum* L. сорту Краєвид створено на базі Інституту землеробства НААН України, який і є правовласником сорту. Сорт створено методом індивідуального добору з третього покоління гібридної комбінації. Різновидність – еритро-спермум (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Пшениця озима *Triticum aestivum* L. (сорт Краєвид)

<https://zemlerobstvo.com/product/krayevid-pshenitsya-ozima>

Кущ напівпрямостоячий, листки, стебло та колос – неопушені, глянцеві, світлозелені. Листки великі за довжиною і шириною, яскраво-зеленого кольору, без воскового нальоту. Після досягання стебло та колос мають білий колір. Колос циліндричний, довжиною 8–9 см, середньої щільності. Колоскова луска – яйцеподібна з добре вираженою нервацією. Зубець колоскової луски прямий, тонкий, середньої довжини. Плече вузьке, скошене. Киль добре виявлений. Остюки розходяться в сторони, цупкі, солом'яно-жовті. Зерно червоне, крупне, яйцеподібної форми. Борозенка неглибока, чубчик середньо-опушений.

За стійкістю до стресових чинників відноситься до високостійких сортів, проте відносно стійкості до хвороб характеризується як середньо стійкий сорт:

- Стійкість до вилягання – 9 балів
- Стійкість до осипання – 9 балів
- Стійкість до кореневі гнилі – 7-8 балів
- Стійкість до септоріоз – 7-8 балів
- Стійкість до фузаріозу – 7-8 балів

- Стійкість до бура іржа – 7 балів
- Стійкість до борошниста роса – 7-8 балів

Сорт Краєвид – зерновий сорт, виведений у 2013 році з рекомендованими зонами вирощування: Полісся, Лісостеп і Степ, оскільки відзначається високою зимостійкістю.

Харчова добавка Пектин яблучний натуральний (E440). Пектин (E440) – це природний загусник, стабілізатор та гелеутворювач, який широко застосовується у харчовій промисловості. Він належить до категорії розчинних харчових волокон і є очищеним полісахаридом, що утворюється з галактуронової кислоти (Рис. 2.2). Пектин не тільки є важливим компонентом в процесах загустіння, але й відіграє ключову роль у стабілізації продуктів, допомагаючи їм зберігати необхідну консистенцію та структуру протягом тривалого часу. Ця харчова добавка отримала визнання завдяки своїй безпечності та ефективності. В природі пектин зустрічається у багатьох рослинах, особливо в яблуках та цитрусових, де він забезпечує їм тривалу свіжість. Однак найбільшу кількість пектину містять яблука, що робить яблучний пектин дуже популярним у виготовленні продуктів, що вимагають додаткової загуснювальної речовини.

Яблучний пектин (E440) це повністю натуральна речовина, яка отримується з м'якоті яблук та шкірки фруктів. Висока концентрація пектину в яблуках дозволяє зберігати їх твердість на тривалий час, поки фрукт не перезріває. У цей момент пектин перетворюється на цукристі речовини, і яблуко стає м'якшим. До складу сухого пектину входять білки, жири, клітковина, вуглеводи та зола. Це робить його не тільки ефективним загусником, але й корисним продуктом для здоров'я, оскільки пектин сприяє нормалізації роботи травної системи, покращує метаболізм та має властивості антиоксиданту.



Рис. 2.2 Харчова добавка Пектин яблучний натуральний (Е440),
постачальник – ТОВ Хімсвіт, Україна

https://himsvit.com.ua/image/cache/catalog/zobrazhennja_viber_2025-04-02_22-29-24-989-600x600.jpg

Харчова добавка аскорбінова кислота синтетична (Е300).

Аскорбінова кислота є органічною сполукою, що має спорідненість до глюкози і відіграє важливу роль у раціоні людини, сприяючи оптимальному функціонуванню сполучної та кісткової тканини (рис. 2.3). Крім того, вона виконує роль антиоксиданту, а також відновника та коензиму низки метаболічних процесів. Аскорбінова кислота міститься у великій кількості цитрусових, плодах ківі, шипшині, червоному перці, чорній смородині, цибулі, томатах, листових овочах. У промисловому виробництві аскорбінову кислоту одержують методом синтезування з глюкози.

Харчова добавка Е300 являє собою кристалічний порошок білого або світло-жовтого кольору, легко розчинний у воді та спирті та кислий на смак. Хімічна формула аскорбінової кислоти: $C_6H_8O_6$. У харчовій промисловості

аскорбінова кислота застосовується у вигляді добавки E300 як антиоксидант, перешкоджаючи окисненню та зміні забарвлення продуктів.



Рис. 2.3 Харчова добавка аскорбінова кислота синтетична (E300), постачальник – ТМ Клебріг, Україна

https://images.prom.ua/6632913496_w640_h640_6632913496.jpg

3. Результати досліджень

3.1. Дослідження енергії проростання та схожості насіння за дії харчових добавок E300 та E440

Харчові добавки – це речовини, які додають у продукти харчування із технологічною метою покращення властивостей кінцевого продукту. Світова практика передбачає, що харчові добавки маркуються цифровим кодом з буквою E, що ставиться перед цифровим номером. Код E означає, що добавка пройшла відповідну процедуру оцінки безпеки та схвалена до використання у харчовій промисловості. Водночас, харчові добавки синтетичного походження хоч і є дозволеними до використання, не рідко несуть певні ризики: виникнення алергічних реакцій, погіршення сну, нервові розлади тощо.

Дослідження морфометричних показників енергії проростання та схожості насіння пшениці озимої за дії харчових добавок E440 та E300 показали достовірну різницю між дослідними зразками та контролем. Так, максимальне зниження енергії проростання насіння пшениці озимої фіксувалося за умови застосування синтетичної харчової добавки E300 – аскорбінова кислота – $47,3 \pm 4,2$ %. Водночас, дослідний зразок із натуральною добавкою E440 – пектин яблучний теж показав деяке зниження енергії проростання ($56,8 \pm 1,9$ %) порівняно із контрольним зразком ($79,9 \pm 3,5$ %) (табл. 3.1).

Вплив харчових добавок натуральних (E440) та синтетичних (E300) на енергію проростання та схожість насіння пшениці озимої

Варіант	Енергія проростання (4 доба), %	Схожість насіння (6 доба), %
Варіант 1 – контроль	79,9±3,5	92,3±1,2
Варіант 2 – Пектин яблучний натуральний (E440)	56,8±1,9	50,6±2,5
Варіант 3 – Аскорбінова кислота синтетичний (E300)	47,3±4,2	51,6±2,2

Аналіз схожості насіння на 6 добу показало схожу динаміку, проте спостерігалось суттєвіше зниження % схожого насіння за дії харчової добавки E440 у варіанті 2 (табл. 3.1). Так, нами зафіксовано зниження схожості у варіанті 2 майже на 40 % (50,6±2,5 %) порівняно із контрольним зразком без добавок (92,3±1,2 %). При цьому, у варіанті 3 (харчова добавки E300 – аскорбінова кислота) теж проявляла зниження схожості насіння – 51,6±2,2 % порівняно із контролем, що не виявляє достовірних відмінностей від варіанту 2. Такий розподіл гальмування енергії проростання та схожості може бути додатковим доказом регуляторної ролі натуральної добавки E440 – пектин яблучний, що може пояснюватися посиленням фізіологічних реакцій під час проростання та провокує небезпеки. Зниження енергії проростання у варіанті 3 (харчова добавки E300 – аскорбінова кислота) також не можна вважати свідченням токсичної дії на організм, проте варто врахувати потенційну небезпеку при збільшенні дозової концентрації добавки, а також її фізіологічну дію за екстремально високих температур. Така добавка рекомендована та використовується як компонент здобних

виробів та як компонент гарячих сиропів чи кави, тому важливо притримуватися кількісних значень та концентрації.

3.2 Дослідження коливання морфометричних показників пшениці озимої за дії харчових добавок E300 та E440

Нашими дослідженнями було проаналізовано вплив на морфометричні показники пшениці озимої харчових добавок натуральних та синтетичних, створених в Україні та таких, що мають дозвіл до використання у харчовій промисловості. Для дослідження ми обрали саме українських виробників, оскільки в умовах військового стану важливим є підтримка вітчизняного виробника, а також є певні ризики використання добавок, що є зовнішнім імпортом.

Отже, нами було виявлено, що за контролю світлового режиму (12 годин/доба) без додавання добавок (варіант 1 – контроль) довжина коренів проростків пшениці озимої становила $48,35 \pm 2,1$ мм (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив харчових добавок натуральних (E440) та синтетичних (E300) на довжину коренів та епикотилів пшениці озимої за 12-ти годинного світлового режиму

Варіант	Довжина коренів, мм	Довжина епикотилів, мм
Варіант 1 – контроль	$48,35 \pm 2,1$	$41,44 \pm 2,2$
Варіант 2 – Пектин яблучний натуральний (E440)	$40,93 \pm 1,8$	$32,01 \pm 1,5$
Варіант 3 – Аскорбінова кислота синтетичний (E300)	$49,92 \pm 2,3$	$41,56 \pm 2,2$

Дослідженнями показано, що за дії харчової добавки E300 – аскорбінова кислота за 12 годин світла на добу нами не відмічено достовірних змін росту коренів – $49,92 \pm 2,3$ мм. Водночас, використання харчової добавки E440 – пектин яблучний за 12 годин світла на добу мало істотний вплив щодо наростання коренів. Так, зафіксовано гальмування їх довжини приблизно на 10% від контролю – $40,93 \pm 1,8$.

Дослідження впливу добавок на ріст епикотилів пшениці озимої (12 год на добу) у варіанті 1 – без додавання харчових добавок їх довжина склала $41,44 \pm 2,2$ мм. У варіанті 3 (харчова добавка E300) за умов 12-ти годинного світлового режиму коливання довжини епикотилів пшениці озимої корелює із змінами довжини коренів. Так, довжина їх склала $41,56 \pm 2,2$ мм, що безумовно, не вважати достовірними змінами. Проте, у варіанті 2 – натуральна добавка E440 – пектин яблучний спостерігалось суттєве гальмування довжини епикотилів ($32,01 \pm 1,5$ мм) порівняно із контролем. Такий ефект гальмування за дії харчової добавки E440 вірогідно можна пояснити наявністю високоактивних домішок у складі самої добавки, що може бути показником недоброчесності виробника.

Дослідження впливу харчових добавок на ріст коренів та епикотилів за дії 24-год темряви виявило достовірні відмінності коливання довжин. Так, в умовах цілодобової темряви у варіанті 1 – контроль, нами відмічено збільшення довжини коренів пшениці озимої порівняно із варіантом 1 у 12-ти годинному періоді. Тут вона становила $76,12 \pm 4,8$ мм, що майже на 40% більше за аналогічний контроль (табл. 3.3).

Вплив харчових добавок натуральних (E440) та синтетичних (E300) на довжину коренів та епікотилів пшениці озимої за 24-годинної темряви

Варіант	Довжина коренів, мм	Довжина епікотилів, мм
Варіант 1 – контроль	76,12±4,8	46,11±4,2
Варіант 2 – Пектин яблучний натуральний (E440)	69,02±3,2	48,09±4,5
Варіант 3 – Аскорбінова кислота синтетичний (E300)	48,49±3,6	38,22±4,1

Результати у дослідних варіантах 2 і 3 показали дещо інакшу динаміку змін, ніж у 12-ти годинному світловому періоді. Додавання харчової добавки E440 – пектин яблучний у режимі 24 години темряви виявило незначне гальмування довжини коренів (69,02±3,2 мм), що вірогідно не можна розглядати у якості токсиканта саме добавки. Водночас, у варіанті 3 (синтетична добавка E300 – аскорбінова кислота) відмічено достовірне зниження росту коренів, що становило 48,49±3,6 мм.

Результати змін росту епікотилів у дослідних варіантах проявили подібну динаміку в обох дослідях. Так, харчова добавка E440 – пектин яблучний у режимі 24 години темряви теж провила деяке гальмування довжини епікотилів (48,09±4,5 мм), проте таке гальмування можна вважати спектром захисних реакцій в умовах відсутності світла. У варіанті 3 (синтетична добавка E300 – аскорбінова кислота) відмічено достовірне зниження росту епікотилів, що становило 38,22±4,1 мм. Гальмівний вплив харчової синтетичної добавки E300 – аскорбінова кислота на ріст коренів та епікотилів за 24-годинної темряви можливо пояснюється токсичними

компонентами добавки, відсутністю повноцінної очистки вихідного матеріалу перед створенням добавки та власне режимом «абсолютна темрява». Очевидно, що задана концентрація добавки (3%) не проявляє токсичних або тератогенних ефектів на біологічний організм, проте достовірно гальмує перебіг фізіологічних реакцій рослини, що за тривалої дії синтетичної добавки може мати накопичувальний ефект. Гальмування росту довжин коренів та епикотилів за дії харчової добавки E440 – пектин яблучний не можна вважати токсичним, а скоріше регуляторним захисним механізмом рослини. Літературні дослідження показують, що токсична дія певної речовини буде достовірно збільшуватися за умов вищого освітлення, аніж без доступу світла. Наші дослідження доводять дану тезу, відсутність гальмування росту кореня у 12-ти годинному світловому періоді та зниження наростання у темряві, що свідчить про регуляторну, а не токсичну дію харчової добавки E440 – пектин яблучний. Опосередковано, подібна динаміка спостерігається і для добавки синтетичної E300 – аскорбінова кислота. Вірогідно, це теж є підтвердженням саме регуляторної дії добавки, а не токсичної, проте отримані дані суттєвого гальмування росту кореня та епикотиля свідчать про обмежені можливості для використання цієї добавки у харчовій промисловості.

Логічно припустити, що подібна динаміка зберігатиметься до завершення періоду вирощування та токсичний ефект спостерігатися не буде. Проте, прояв чинника часто обмежений тривалістю дії стресора, тому може бути не відслідкований на початкових стадіях. Нами проведено дослідження морфометрії проростків озимої пшениці за дії харчових добавок на 7-му та 14-ту добу вирощування. Дослідження показали достовірно негативний ефект тривалого впливу синтетичної харчової добавки E300 – аскорбінова кислота на ріст проростків озимої пшениці (табл. 3.4)

Вплив харчових добавок натуральних (E440) та синтетичних (E300) на довжину проростків озимої пшениці на 7-му та 14-ту добу

Варіант	Довжина проростків на 7-му добу, мм	Довжина проростків на 14-ту добу, мм
Варіант 1 – контроль	42,9±2,4	66,4±1,9
Варіант 2 – Пектин яблучний натуральний (E440)	38,1±1,2	65,2±2,6
Варіант 3 – Аскорбінова кислота синтетичний (E300)	39,6±2,4	47,1±2,1

Так, нами зафіксовано достовірне зниження довжини проростків у всіх визначених варіантах досліджу. Варто відмітити незначне перевищення довжини проростків на 7-му добу у варіанту 3 (39,6±2,4 мм) порівняно із варіантом 2 (38,1±1,2), що може свідчити про короточасну стимуляцію ростових процесів даної культури і не може мати достовірно значущу різницю. Натомість, на 14-ту добу досліджу ми спостерігали значне зниження довжини проростків у варіанті 3 (харчова добавка – Аскорбінова кислота (E300) на майже 25 % порівняно із контролем (66,4±1,9 мм). Таке зниження очевидно можна пояснити не токсичністю самої добавки, а саме пролонгованістю дії стресора. Безумовно, негативний токсичний ефект це призведе, проте наявне гальмування росту дослідної культури свідчить про певну загрозу тривалого застосування добавки. У варіанті 2 (Пектин яблучний натуральний (E440) достовірної різниці з контрольним варіантом нами не відзначено.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження морфометричних показників енергії проростання та лабораторної схожості насіння пшениці озимої показало найбільше зниження енергії проростання за умови застосування синтетичної харчової добавки E300 – аскорбінова кислота на 22 % порівняно із контролем.
2. Аналіз лабораторної схожості насіння виявив відмінності дослідних зразків від контролю на 24 та 25% відповідно, проте достовірної різниці між варіантами 2 і 3 нами не відмічено, що свідчить щодо безпечності використання даних добавок.
3. Інгібування росту кореня та епікотиля рослин озимої пшениці відмічено нами в обох варіантах, проте натуральна добавка – пектин яблучний (E440) гальмував ріст за умови 12-ти годинного світлового режиму, а добавка синтетична – аскорбінова кислота (E440) – суттєво гальмував ріст саме у 24-годинному періоді. Це може свідчити про недобросовісність виробника або наявність недопустимих домішок.
4. Зафіксоване зниження росту (на 25 % порівняно із контролем) проростків озимої пшениці на 14-ту добу за дії добавки синтетичної – аскорбінова кислота (E440) може бути ознакою токсичності добавки за умови тривалого застосування.

Список використаних джерел

1. Адамчук Т. В. Основні принципи та нормативні документи щодо регламентації харчових добавок в Україні / Т. В. Адамчук. //Проблеми харчування. –2011. – № 1–2. – С.49 – 51
2. Баширов І. Х. Особливості формування маркетингової стратегії на ринку біологічно активних харчових добавок в Донецькому регіоні/ І. Х. Баширов, В. Л. Агбаш, Е. А. Ракша-Слюсарєва. // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : матеріали Другої міжгалузевої міжнародної науково-практичної конференції , Донецьк, квітень 2007 р.– Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. – С. 283 – 286.
3. Беспалова С. Біотехнології для нормалізації екологічного стану Донбасу /С. Беспалова // Донецький Вісник Наукового товариства № 407 Шевченка. Серія Біологія. Біофізіологія. Медицина. Психологія. –2016. –Т. 14 . – С. 4-21
4. Болотіна І. М. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку дієтичних (біологічно активних) добавок України / І. М. Болотіна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2019. – № 4. – С. 32 – 34.
5. Гніцевич В. А. Обґрунтування вибору стабілізатора під час виробництва багатофункціонального напівфабрикату/ В. А. Гніцевич, Н. А. Федотова // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі ред. кол. О. І. Черевко [та ін.] – 2018. – Ч. 1. – С. 36 – 37
6. Гринченко О. О. Стан та перспективи розвитку ринку харчових інгредієнтів України /О. О. Гринченко М. О. Янчева, Н. Г. Гринченко, Р. В. Плотнікова // Продукти і інгредієнти. – 2023. – №3. – С.10 – 12
7. Єфремова О.О. Біотестування : навч. посіб. Кременчук : КДПУ, 2018. 45 с.
8. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини» № 2809-IV від 06.09. 2005 із змінами, внесеними

згідно Закону України № 5316-VI (5316-17) від 02.10.2012 // Відомості Верховної Ради. – 2013. – № 38. – Ст. 502

9. Коршунова Г.Ф. Використання рослинних добавок у технологіях продуктів здорового харчування /Г.Ф. Коршунова, С. К. Ільдирова, С. Е. Стіборовський //Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр /Голов. Ред. О. О. Шубін; Донец. Нац. Ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2017. – Вип. 16. – С. 236 – 240

10. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій : навч. посіб. Рівне : РДГУ, – 2018. – С. 76-77.

11. Малигіна В. Д. Основи експертизи продовольчих товарів: навчальний посібник / В. Д. Малигіна [и др.]. – К. : Кондор, 2019. – 298 с.

12. Новосад Н. Лабораторні тварини і техніка біологічного експерименту : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, – 2021. – Т. 146. – С. 19-22.

13. Орлова-Гудім, К. С., Шевченко, І. В. Досвід використання гідробіологічних методів для моніторингових досліджень об'єктів природно-заповідного фонду. *Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні: Тваринний світ. Серія: «Conservation Biology in Ukraine».* – 2020. – Т. 16(2). С. 158-162.

14. Рудавська Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення : монографія /Г. Б. Рудавська, Є. В. Тищенко, Н. В. Притульська. – К.: Київ. Нац. Торг.-екон. ут, 2022. – 371 с.

15. Снежкін Ю. Ф. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку /Ю. Ф. Снежкін, Ж. О. Петрова // Біотехнологія. – 2020. – Т.3, №5. – С. 43 – 49.

16. Упатова О.А. Харчові добавки : короткі конспекти лекцій. Харків : ХДУ, – 2023. – С.23.

17. Червінський Л. С., Книжка Т. С., Романенко О. І., Луцак Я. М. Теоретичне обґрунтування механізму керування впливом оптичного

випромінювання на біологічні системи на основі фотореактивації. *Науковий вісник НУБіП України*. – 2016. – Вип. 242. – С. 106–116.

18. Benford D. J. Safety Evaluation of Certain Food Additives: Steviol Glycosides (PDF – 18 MB). WHO Food Additives Series (World Health Organization Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)/ D. J. Benford, M. DiNovi, J. Schlatter // – 2016. – № 54. – P. 140

19. Bhattacharjee M. Evaluation of mitodepressive effect of sunset yellow using *Allium sativum* assay. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2014. Vol. 3(3). P. 1120–1130.

20. Ekhard E. Present Knowledge in nutrition/ E .Ekhard, L. Ziegler, I. File. –Washington D:ILSI Press, 2016. – 109 p.

21. Food Preservatives Market by Type (Natural and Synthetic (Sorbates, Benzoates, Propionates, and Others), Function, and Application : Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2022-2031 <https://www.giiresearch.com/report/amr1070616-food-preservatives-market-by-typenatural/html>

22. Flavouring substances and natural sources of flavourings. – Vol. 1. – Strasbourg, 2022. – 630 p.

23. Kim N. C. Highly sweet compounds of plant origin/ N. C. Kim, A. D .Kinghorn //Arch. Pharm. Res. – 2022. – V. 25, № 6. – P. 725 – 746

24. Martyniuk V., Khoma V., Matskiv T., Baranovsky V., Orlova-Hudim K., Gylytė B., Symchak R., Matciuk O., Gnatyshyna L., Manusadžianas L., & Stoliar O. Indication of the impact of environmental stress on the responses of the bivalve mollusk *Unio tumidus* to ibuprofen and microplastics based on biomarkers of reductive stress and apoptosis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 2022. Vol. 261. P. 109425. doi:10.1016/j.cbpc.2022.109425

25. Merinas-Amo R., Martinez-Jurado M., Jurado-Güeto S., Alonso-Moraga A., Merinas-Amo T. Biological Effects of Food Coloring in In Vivo and In Vitro Model Systems. *Foods*. – 2019. – Vol. 8(5). – P. 176.

26. Türkođlu, Ő. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of *Allium cepa* L. Mutation Research. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. – 2017. – Vol. 626(1-2). – P. 4-14.